

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-103037

(43)Date of publication of application : 13.04.1999

(51)Int.Cl.

H01L 27/14

(21)Application number : 09-263037

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 29.09.1997

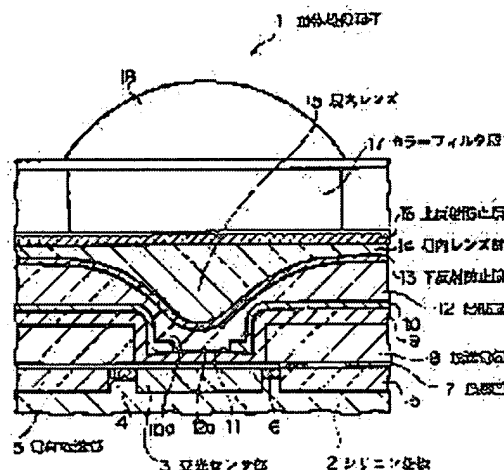
(72)Inventor : FUKUSHO TAKASHI
ASAI ATSUSHI

(54) SOLID-STATE IMAGE-PICKUP ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solid state image-pickup element which can increase condensing efficiency and sensitivity by preventing reflection which occurs between a within-layer lens and its upper or lower layer.

SOLUTION: This element includes a light-receiving sensor part 3 provided on a surface layer part of a substrate 2 for photoelectric conversion, a charge transfer part 5 for transferring a signal charge read out by the sensor part 3, and a transfer electrode 8 provided above the substrate 2 and nearly directly above the charge transfer part 5 through an insulating film 7. Provided above the sensor part 3 is a within-layer lens 15 for condensing an incident light into the sensor part 3. A color filter layer 17 is provided above the within-layer lens 15 through an anti-upward-reflection film 16. The film 16 is made of a material which has a refractive index between that of the lens 15 and that of the color filter layer 17.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-103037

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月13日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 L 27/14

識別記号

F I

H 0 1 L 27/14

D

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-263037

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月29日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 福所 孝

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 浅井 淳

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

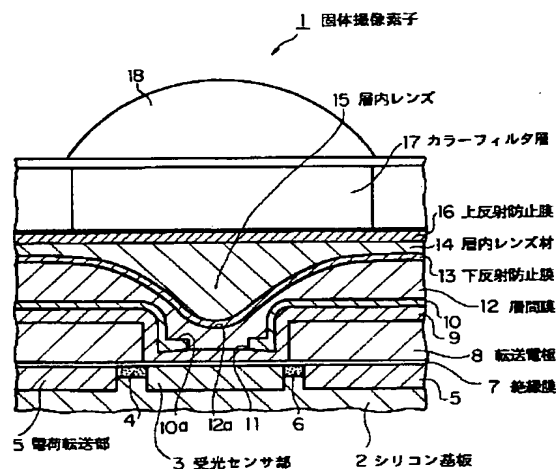
(74) 代理人 弁理士 船橋 國則

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子

(57) 【要約】

【課題】 層内レンズとその上層あるいは下層との間に起こる反射を防止し、集光効率を高めて感度向上を図った固体撮像素子の提供が望まれている。

【解決手段】 基体2の表層部に設けられて光電変換をなす受光センサ部3と、受光センサ部3から読み出された信号電荷を転送する電荷転送部5と、前記基体上の、電荷転送部5の略直上位置に絶縁膜7を介して設けられた転送電極8とが備えられてなる。受光センサ部3上には入射光を受光センサ部3に集光する層内レンズ15が設けられている。層内レンズ15上には上反射防止膜16を介してカラーフィルタ層17が設けられている。上反射防止膜16は、層内レンズ15の屈折率とカラーフィルタ層17の屈折率との間の屈折率を有する材料から形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体の表層部に設けられて光電変換をなす受光センサ部と、該受光センサ部から読み出された信号電荷を転送する電荷転送部と、前記基体上の、前記電荷転送部の略直上位置に絶縁膜を介して設けられた転送電極とが備えられ、

前記受光センサ部上に、入射光を受光センサ部に集光する層内レンズが設けられ、該層内レンズ上に上反射防止膜を介してカラーフィルタ層が設けられてなり、

前記上反射防止膜が、前記層内レンズの屈折率とカラーフィルタ層の屈折率との間の屈折率を有する材料からなることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】 基体の表層部に設けられて光電変換をなす受光センサ部と、該受光センサ部から読み出された信号電荷を転送する電荷転送部と、前記基体上の、前記電荷転送部の略直上位置に絶縁膜を介して設けられた転送電極とが備えられ、

前記受光センサ部上の層間膜の上に、下反射防止膜を介して入射光を受光センサ部に集光する層内レンズが設けられてなり、

前記下反射防止膜が、前記層内レンズの屈折率と層間膜の屈折率との間の屈折率を有する材料からなることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項3】 前記層内レンズの下に下反射防止膜を介して層間膜が設けられ、

前記下反射防止膜が、前記層内レンズの屈折率と層間膜の屈折率との間の屈折率を有する材料からなることを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、受光センサ部への集光効率を高め、感度特性の向上を図った固体撮像素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、固体撮像素子においてはその小型化や画素の高密度化が一層進み、これに伴って受光エリアが縮小され、感度低下などの特性劣化を招いている。感度低下の対策としては、例えばオンチップレンズや層内レンズを設け、受光センサ部での集光効率を高めるといったことが提案され、実施されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、層内レンズを高屈折率材で作製した固体撮像素子では以下に述べる不都合がある。層内レンズを、例えば屈折率が約2.0のP-SiN（プラズマCVD法による窒化ケイ素）で作製した場合、通常この層内レンズの上に形成されるカラーフィルタ層の屈折率が1.6程度であることから、層内レンズとカラーフィルタ層との間で屈折率差が大きくなってしまい、したがってその界面で反射が起き、感度特性が低下してしまう。なお、このような屈折

率差に起因する反射は、波動方程式から導かれる性質のものである。

【0004】 また、層内レンズの下にはリフロー処理等がなされる層間膜が形成されるが、この層間膜としてはリフロー処理がなされることから通常は屈折率が1.45程度のBPSG（ホウ素リンシリケートガラス）等が用いられる。したがって、先の場合と同様に、層内レンズと層間膜との間で屈折率差が大きくなってしまい、その界面で反射が起きることにより感度特性が低下してしまう。

【0005】 本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、層内レンズとその上層あるいは下層との間に起こる反射を防止し、これにより集光効率を高めて感度向上を図った固体撮像素子を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明における請求項1記載の固体撮像素子では、基体の表層部に設けられて光電変換をなす受光センサ部と、該受光センサ部から読み出された信号電荷を転送する電荷転送部と、前記基体上の、前記電荷転送部の略直上位置に絶縁膜を介して設けられた転送電極とを備え、前記受光センサ部上に、入射光を受光センサ部に集光する層内レンズを設け、該層内レンズ上に上反射防止膜を介してカラーフィルタ層を設け、前記上反射防止膜を、前記層内レンズの屈折率とカラーフィルタ層の屈折率との間の屈折率を有する材料で形成したことを前記課題の解決手段とした。

【0007】 この固体撮像素子によれば、カラーフィルタ層と層内レンズとの間に、該カラーフィルタ層の屈折率と層内レンズの屈折率との間の屈折率を有する材料で上反射防止膜を形成したので、カラーフィルタ層と層内レンズとの間の屈折率差が大きい場合でも、カラーフィルタ層と層内レンズとが直接接合していないことによりこれらの間の界面が存在せず、該カラーフィルタ層と層内レンズとの間の屈折率差より小さい屈折率差であるカラーフィルタ層と上反射防止膜との界面、上反射防止膜と層内レンズとの界面が存在するだけとなる。したがって、上反射防止膜を設けたことにより大きな屈折率差の界面が小さな屈折率差の界面となるので、大きな屈折率の界面がある場合にここで起こる反射がなくなる。

【0008】 請求項2記載の固体撮像素子では、基体の表層部に設けられて光電変換をなす受光センサ部と、該受光センサ部から読み出された信号電荷を転送する電荷転送部と、前記基体上の、前記電荷転送部の略直上位置に絶縁膜を介して設けられた転送電極とを備え、前記受光センサ部上の層間膜の上に、下反射防止膜を介して入射光を受光センサ部に集光する層内レンズを設け、前記下反射防止膜を、前記層内レンズの屈折率と層間膜の屈折率との間の屈折率を有する材料で形成したことを前記課題の解決手段とした。

【0009】この固体撮像素子によれば、層内レンズと層間膜との間に、該層内レンズの屈折率と層間膜の屈折率との間の屈折率を有する材料で下反射防止膜を形成したので、層内レンズと層間膜との間の屈折率差が大きい場合でも、層内レンズと層間膜とが直接接合していないことによりこれらの間の界面が存在せず、該層内レンズと層間膜との間の屈折率差より小さい屈折率差である層内レンズと下反射防止膜との界面、下反射防止膜と層間膜との界面が存在するだけとなる。したがって、下反射防止膜を設けたことにより大きな屈折率差の界面が小さな屈折率差の界面となるので、大きな屈折率の界面がある場合にここで起こる反射がなくなる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の固体撮像素子を詳しく説明する。図1は本発明の固体撮像素子の一実施形態例を示す図であり、図1において符号1は固体撮像素子、2はシリコン基板（基体）である。シリコン基板2には、図1に示すようにその表面部に光電変換をなす受光部（図示略）が形成され、さらにこの受光部の上にホール蓄積部（図示略）が形成されている。そして、これら受光部とホール蓄積部とから、HAD（Holl Accumulation Diode）構造の受光センサ部3が形成されている。

【0011】この受光センサ部3の一方の側には、読み出しゲート4を介して電荷転送部5が形成され、他方の側にはチャネルストップ6を介して別の電荷転送部5が形成されている。そして、このような構成により受光センサ部3で光電変換されて得られた信号電荷は、読み出しゲート4を介して電荷転送部5に読み出され、さらに該電荷転送部5にて転送されるようになっている。また、シリコン基板2の表面部には、熱酸化法やCVD法等によって形成された SiO_2 からなる絶縁膜7が設けられている。なお、この絶縁膜7については SiO_2 膜からなる単層膜でなく、 SiO_2 膜-SiN膜- SiO_2 膜の三層からなるいわゆるONO構造の積層膜としてもよい。

【0012】絶縁膜7の上には、前記電荷転送部5の略直上位置に第1ポリシリコンからなる転送電極8が形成されており、さらに転送電極8とは一部が重なり合う状態で、第2ポリシリコンからなる別の転送電極（図示略）が形成されている。これら転送電極8の表面上、すなわちその上面および側面上には、該転送電極8を覆い、さらに転送電極8、8間に臨む受光センサ部3上の絶縁膜7を覆って SiO_2 からなる層間絶縁膜9が形成されている。

【0013】この層間膜9の上には、前記転送電極8を覆った状態で遮光膜10が形成されている。この遮光膜10は、スミアを抑えるため受光センサ部3の直上にまで張り出してなる張り出し部10aを形成したもので、受光センサ部3の直上部分の大部分を外側に臨ませた状

態で、すなわち受光センサ部3の直上に前記張り出し部10aで囲った状態に矩形の開口部11を形成したものである。また、この遮光膜10は、後述するようにこの遮光膜10形成後層内レンズの形成に先立って熱処理によるリフロー処理がなされていることから、このリフロー処理の際に悪影響を受けないように高融点金属から形成されており、本例ではタングステン（W）からなっている。

【0014】この遮光膜10上には、該遮光膜10、および開口部11に臨む層間絶縁膜9を覆ってBPSG（屈折率：1.45）からなる層間膜12が形成されている。この層間膜12はリフロー膜として機能するので、転送電極8等を覆うことによって該転送電極8、8間の受光センサ部3上に凹部12aを形成したものである。凹部12aは、層間膜12がリフロー処理されることにより、層内レンズ形成のための所定の曲率に調整加工されたものである。

【0015】この層間膜12上には、その表面を覆って下反射防止膜13が形成されている。この下反射防止膜13は、プラズマCVD法によって形成された酸化窒化ケイ素（以下、P-SiONと記す）からなるものであり、後述するように屈折率が1.5～1.9程度、好ましくは1.7程度に調整され形成されたものである。また、この下反射防止膜13は、膜厚が50～300nm程度、好ましくは100nm程度の薄膜に形成されたもので、これにより層間膜12の凹部12aの形状を損なうことなく、したがって後述する層内レンズの機能を損なうことなく、しかも均一な膜厚に形成されたものとなっている。

【0016】下反射防止膜13の上には、層間膜12の凹部12aを埋め込んだ状態に層内レンズ材14が成膜され、これによって該層内レンズ材14と層間膜12との間に層内レンズ15が構成されている。層内レンズ材14は、本例ではバイアス高密度プラズマCVD法による窒化ケイ素（以下、P-SiNと記す）からなっている。そして、このP-SiNは屈折率が2.0であり、したがってこれと下反射防止膜13との間、さらには層間膜12との間に屈折率差があることから、これら層内レンズ材14と下反射防止膜13との界面、および下反射防止膜13と層間膜12との界面で入射光が受光センサ部3側に屈折するようになっており、これによって層内レンズ15がその機能を発揮するようになっている。なお、層内レンズ材14は、その表面が公知のレジストエッチバック法、あるいはCMP法（化学機械研磨法）によって平坦化されている。

【0017】また、前記下反射防止膜13は、その屈折率が1.5～1.9程度、すなわち層間膜12の屈折率（1.45）と層内レンズ材14（層内レンズ15）の屈折率（2.0）との間の屈折率となっているので、層間膜12（層内レンズ15）と下反射防止膜13

との間の界面における屈折率差、および下反射防止膜13と層間膜12との界面における屈折率差がいずれも層内レンズ材14と層間膜12との屈折率差より小さくなる。

【0018】平坦化された層内レンズ材14の上には、上反射防止膜16が形成されている。この上反射防止膜16は、前記下反射防止膜13と同様にP-SiONからなるものであり、後述するように屈折率が1.7～1.9程度、好ましくは1.8程度に調整され形成されたものである。また、この上反射防止膜16は、パッシベーション膜としても機能するものであり、したがってその膜厚がパッシベーション膜としての機能を十分発揮するような厚さに設定されている。

【0019】この上反射防止膜16の上にはカラーフィルタ層17が形成されている。このカラーフィルタ層17は樹脂等からなるもので、屈折率が約1.6のものとなっている。したがって、前述した下反射防止膜13の場合と同様に、上反射防止膜の屈折率が1.7～1.9程度、すなわちカラーフィルタ層17の屈折率(1.6)と層内レンズ材14(層内レンズ15)の屈折率(2.0)との間の屈折率となっているので、カラーフィルタ層17と上反射防止膜16との間の界面における屈折率差、および上反射防止膜16と層内レンズ材14(層内レンズ15)との界面における屈折率差がいずれもカラーフィルタ層17と層内レンズ材14との屈折率差より小さくなる。

【0020】また、カラーフィルタ層17の上には凸状の透明樹脂等からなるオンチップレンズ18が形成されている。このオンチップレンズ18は、屈折率が1.5～1.6程度の材料によって形成されたもので、入射光を層内レンズ15を介して遮光膜10の開口部11に導き、受光センサ部3上に入射させるためのものである。

【0021】このような固体撮像素子1を作製するには、従来と同様の手法により転送電極8までを形成し、さらにこれを覆って層間絶縁膜9を形成した後、遮光膜10を形成する。なお、この遮光膜10については、固体撮像素子1の周辺回路における配線と同一の層として形成することも可能である。次いで、層間膜12の材料としてBPSGを、CVD法等によって遮光膜10等を覆った状態に堆積し、さらに予め設定した条件でリフロー処理(熱処理)することにより、その凹部12aの曲率を所望する層内レンズ15の形状となるように形成する。なお、このようなリフロー処理の条件を設定するにあたっては、予めシミュレーション等によって最適な層内レンズ15の形状を決定しておき、さらに実験やシミュレーション等によってこの最適な層内レンズ形状を得るための条件を求めるようにする。層内レンズ15の最適な形状については、オンチップレンズ18によって層内レンズ15に入射した光を遮光膜10の開口部11に導くべく、入射光をその位置や入射角に応じて適宜に屈

折する形状とされる。

【0022】このようにして層間膜12を形成したら、プラズマCVD法によって酸化窒化ケイ素(P-SiON)をその屈折率が1.5～1.9程度、好ましくは1.7程度となるような条件で50～300nm程度の厚さに堆積し、下反射防止膜13を形成する。ここで、屈折率の調整については、その原料ガスであるSiH₄、NH₃、N₂Oの流量比を適宜に調整することによって行う。すなわち、SiH₄を基準とした場合に、NH₃の流量比を増やすと屈折率が大きくなり、N₂Oの流量比を増やすと屈折率が小さくなる。これは、原料中のNH₃が増えると得られるP-SiON中のSi-N bondが増え、一方原料中のN₂Oが増えると得られるP-SiON中のSi-O bondが増えるからである。

【0023】したがって、予めこれら原料ガスの流量比と得られるP-SiONの屈折率との関係を実験やシミュレーションによって求めておき、下反射防止膜13の形成の際には所望する屈折率に応じてその条件を適宜に選択すればよいのである。このようにして下反射防止膜13を形成したら、層間膜12の凹部12aを埋め込んだ状態に層内レンズ材14を堆積・成膜し、さらにその表面をレジストエッチバック法あるいはCMP法(化学機械研磨法)により平坦化して層内レンズ15を形成する。

【0024】次いで、この平坦化した層内レンズ材14(層内レンズ15)の上に、プラズマCVD法によって酸化窒化ケイ素(P-SiON)をその屈折率が1.7～1.9程度、好ましくは1.8程度となるような条件で堆積し、上反射防止膜16を形成する。なお、屈折率の調整については、前述した下反射防止膜13の場合と同様に、原料ガスの流量比を適宜に選択することによって行う。

【0025】次いで、染色法やカラーレジスト塗布によってカラーフィルタ層17を形成し、その後、オンチップレンズ18を形成する。ここで、オンチップレンズ18の形成については、熱溶融性透明樹脂や常温無加熱でCVD可能な高密度SiNを堆積させ、さらにその上部にレジストを設けた後、このレジストを熱リフロー処理して所望の曲率を有する凸レンズ形状にし、さらにこれをマスクにして前記堆積層をエッチングし、レジストを除去してオンチップレンズ18を得るといったエッチバック転写等が用いられる。

【0026】このようにして得られた固体撮像素子1にあつては、オンチップレンズ18で集光され、さらにカラーフィルタ層17、上反射防止膜16を透過して層内レンズ15に入射し、再度集光(屈折)された光が下反射防止膜13を経て遮光膜10の開口部11内に入射し、層間絶縁膜9、絶縁膜7を透過して受光センサ部3に到り、ここで光電変換がなされる。

【0027】このとき、上反射防止膜16を設けたことにより、カラーフィルタ層17と層内レンズ15（層内レンズ材14）との間にはカラーフィルタ層17と上反射防止膜16との界面、上反射防止膜16と層内レンズ15（層内レンズ材14）との界面が存在するだけとなり、大きな屈折率差の界面が小さな屈折率差の界面となるので、大きな屈折率の界面がある場合にここで起こる反射がなくなる。したがって、従来生じていたカラーフィルタ層17と層内レンズ15（層内レンズ材14）との間の反射を低減することができ、これにより集光効率を高めて感度を向上することができる。

【0028】また、下反射防止膜13を設けたことにより、層内レンズ15（層内レンズ材14）と層間膜12との間には層内レンズ15と下反射防止膜13との界面、下反射防止膜13と層間膜12との界面が存在するだけとなり、大きな屈折率差の界面が小さな屈折率差の界面となるので、やはり大きな屈折率の界面がある場合にここで起こる反射がなくなる。したがって、従来生じていた層内レンズ15（層内レンズ材14）と層間膜12との間の反射を低減することができ、これによっても集光効率を高めて感度を向上することができる。

【0029】なお、前記実施形態例では層内レンズ15の上に上反射防止膜16を設け、層内レンズ15の下に下反射防止膜13を設けたが、本発明はこれに限定されることなく、上反射防止膜16、あるいは下反射防止膜13のいずれか一方のみを設けるようにしてもよい。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように本発明における請求項1記載の固体撮像素子は、カラーフィルタ層と層内レンズとの間に、該カラーフィルタ層の屈折率と層内レン

ズの屈折率との間の屈折率を有する材料で上反射防止膜を形成し、これによってカラーフィルタ層と層内レンズとを直接接合させずこれらカラーフィルタ層と層内レンズとの界面が存在しないようにし、これらカラーフィルタ層と層内レンズとの間には小さい屈折率差であるカラーフィルタ層と上反射防止膜との界面、上反射防止膜と層内レンズとの界面が存在するようにしたものであるから、従来生じていたカラーフィルタ層と層内レンズとの間の反射を低減することができ、これにより集光効率を高めて感度を向上することができる。

【0031】請求項2記載の固体撮像素子は、層内レンズと層間膜との間に、該層内レンズの屈折率と層間膜の屈折率との間の屈折率を有する材料で下反射防止膜を形成し、これによって層内レンズと層間膜とを直接接合させずこれら層内レンズと層間膜との界面が存在しないようにし、これら層内レンズと層間膜との間には小さい屈折率差である層内レンズと下反射防止膜との界面、下反射防止膜と層間膜との界面が存在するようにしたものであるから、従来生じていた層間膜と層内レンズとの間の反射を低減することができ、これにより集光効率を高めて感度を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の固体撮像素子の一実施形態例の概略構成を示す要部側断面図である。

【符号の説明】

1…固体撮像素子、2…シリコン基板（基体）、3…受光センサ部、5…電荷転送部、7…絶縁膜、8…転送電極、12…層間膜、13…下反射防止膜、15…層内レンズ、16…上反射防止膜、17…カラーフィルタ層

【図1】

